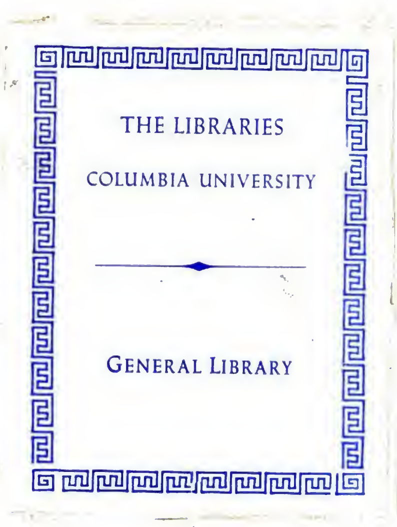
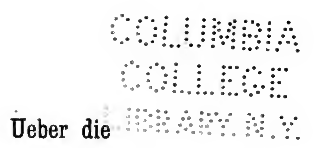
Über die Auslese in der Erdgeschichte ...

Johannes Walther


THE LIBRARIES
COLUMBIA UNIVERSITY
GENERAL LIBRARY





Ueber die

Auslese in der Erdgeschichte.

Erste öffentliche Rede

gehalten am 30. Juni 1894, entsprechend den Bestimmungen der Paul von Ritter'schen Stiftung für phylogenetische Zoologie

von

Dr. Johannes Walther,
Inhaber der Haeckel-Professur für Geologie und Paläontologie an der Universität Jena.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer
1895.

Hochansehnliche Versammlung!

An jeder Pflanzen- und Thierspecies beobachten wir bestimmte morphologische Charaktere; dieselben stehen in einem causalen Zusammenhang mit bestimmten physiologischen Leistungen; in der gegenwärtigen Lebewelt hat jede Art ein wohlumgrenztes Verbreitungsgebiet; und im Laufe der geologischen Vergangenheit haben sich nicht allein die geographischen Wohnsitze, sondern auch jene anatomischen Merkmale verändert.

Während die Systematik sich mit der Untersuchung der organischen Formen beschäftigt, und auf Grund derselben die verwandtschaftlichen Beziehungen aufzuklären bemüht ist, untersucht die Bionomie das räumliche und ursächliche Verhältniss zwischen dem Bau der Organismen und den klimatisch-physikalischen Bedingungen ihrer Umgebung. Jeder Naturforscher freut sich, wenn es ihm gelingt, causale Beziehungen zwischen Bau und Leistung, Organisation und Verbreitung aufzudecken. Es erweitert sich unser systematisch geordnetes Bild der organischen Welt zu einem künstlerisch harmonischen Gemälde vielverschlungener ursächlicher Beziehungen, und wir fühlen uns befriedigt,

wenn es uns gelingt, die Zweckmässigkeit organischer Einrichtungen überall nachzuweisen.

Im Bau der Knochenbälkchen unserer Röhrenknochen, in der Einrichtung unserer Sinnesorgane, in den Blüthen entomophiler Dikotyledonen, wie in den flügellosen Insekten einsamer Inseln, überall sehen wir zweckmässige Einrichtungen, und es erscheint dem schlichten Verstande unmöglich, anzunehmen, dass eine so enge ursächliche Wechselbeziehung zwischen Bau und Leistung weniger dem vorbedachten Willen eines schöpferischen Prinzipes, als dem blinden Walten der Naturkräfte ihren Ursprung verdanke. So tief war der teleologische Gedanke eingedrungen in alle Disciplinen der Biologie, dass man sich überall, wo es nicht gelang, eine zweckmässige Ordnung zu erkennen, mit dem Hinweis auf die Mängel unseres Erkenntnissvermögens abfinden zu müssen glaubte.

Es war daher ein kühnes Unternehmen, als ERNST HAECKEL zeigte, dass viele organische Einrichtungen thatsächlich unzweckmässig, „dysteleologisch" seien, und dass diese Unzweckmässigkeit sich als nothwendige Folge der Entwicklungsgeschichte ebenso erklären lasse, wie die oft beobachtete Vollkommenheit.

Ein Schlagwort ganz ähnlicher Art beherrschte Jahrzehnte lang die Anschauungen über die geschichtliche Aufeinanderfolge der Organismen. Wir sind gewohnt, unser eigenes Geschlecht als den Gipfel der organischen Entwicklung zu betrachten. Wenn wir nun beobachten, dass der Stamm der Wirbelthiere im Silur mit niedrigstehenden Cephalaspiden und Panzerganoiden beginnt, dass in der Permocarbonzeit die ersten

luftathmenden Amphibien und Reptilien, in der Trias Beutelthiere, und erst im Tertiär die Primaten erscheinen, während der Mensch sich als letztes Glied an diese aufsteigende Entwicklungsreihe anfügt, — so sehen wir in diesem wiederholten Uebergang vom Unfertigen zum Vollkommenen das Prinzip des Fortschrittes ausgedrückt, und glauben, dass die Entwicklung der organischen Welt überall und ausnahmslos von dem Gesetz der Vervollkommnung beherrscht werde. Die historische Entwicklung menschlicher Kultur, ebenso wie diejenige der einzelnen Thier- und Pflanzenstämme bietet uns so viele Momente fortschreitender Umwandlung, dass wir trügerische Bilder zu sehen glauben, wenn wir Rückschritt und Degeneration beobachten. Aber wenn wir die Thatsachen der Paläontologie und Geologie ganz objektiv mustern, so kann es uns nicht entgehen, dass rückschreitende Entwicklung im Laufe der Erdgeschichte mehrfach zum Ausdruck kommt. Neben dem aufblühenden Stamm der Wirbelthiere sehen wir schon im Silur den Untergang der Archaeocyathiden und Graptolithen; das blühende Geschlecht der Ammoniten ebenso wie die seltsam differenzirten Rudisten verschwinden am Schluss der Kreidezeit; und die Reptilien der Gegenwart sind ein armseliges Epigonengeschlecht, verglichen mit ihren mesozoischen Vorfahren.

Wir beobachten also in der Geschichte der organischen Welt Fortschritt und Degeneration, in den bionomischen Einrichtungen der Gegenwart aber Zweckmässigkeit und Unvollkommenheit neben einander; und eine philosophische Naturerklärung muss allen diesen

scheinbar so widerspruchsvollen Thatsachen Rechnung tragen.

Die teleologische Naturerklärung konnte nur die Zweckmässigkeit und nur den Fortschritt verstehen, und musste jede Unzweckmässigkeit und jeden Degenerationsvorgang entweder als einen Beobachtungsfehler oder als eine Ausnahme betrachten. Dagegen kennt die moderne Biologie in der Theorie der „natürlichen Selektion" ein philosophisches Prinzip, welches allen Thatsachen der beobachtenden Naturwissenschaft ungezwungen Rechnung trägt und dieselben unserem Verständniss näher bringt.

Genau vor 36 Jahren, nämlich am 1. Juli 1858, lasen in der Sitzung der Linnean Society zu London zwei englische, vielgenannte Naturforscher CHARLES DARWIN und ALFRED WALLACE, ihre so klassisch gewordenen Vorträge: Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl, und dieser Tag kann als ein Wendepunkt in der Philosophie der Naturwissenschaften bezeichnet werden, denn seitdem stehen nicht nur Zoologie, Botanik, Geologie, Anthropologie, Ethnographie, sondern auch Psychologie, Geschichte und Sprachwissenschaft unter dem mächtigen Einfluss der Selektionslehre.

Obwohl seither in unzähligen Diskussionen und zahllosen Abhandlungen das Prinzip der Selektion durchdacht und durchkämpft worden ist, so macht sich doch noch heute vielfach der Einfluss der Teleologie insofern geltend, als viele Naturforscher und Laien der Meinung sind, die Selektion sei ein ausschliesslich teleologisches Prinzip und könne nur Vollkommenheit

und Fortschritt erklären. In geologischen Kreisen begegnet man bisweilen dem Gedankengang: „Die historische Entwicklung dieser oder jener Thiergruppe geht nicht überall vom Einfachen zum Complizirten, vom Unfertigen zum Vollkommenen, und infolge dessen genügt die Selektionslehre nicht, um diese Thatsachen zu erklären.“

Diese Schlussfolgerung besteht der Teleologie gegenüber zu Recht. Aber die Selektion ist kein blos teleologisches Prinzip, sondern sie erklärt uns Fortschritt und Zweckmässigkeit ebenso natürlich, wie rudimentäre Einrichtungen und Degeneration. Gerade in der causalen Analyse so widerspruchsvoller Thatsachen bewährt sich in glänzender Weise der Selektionsgedanke.

Darwin und Wallace gingen von der Thatsache aus, dass jedes Thier und jede Pflanze mehr Keime produziren, als Individuen am Leben bleiben und geschlechtsreif werden. Unter den in Concurrenz tretenden Keimen werden der Wahrscheinlichkeit nach diejenigen leichter erhalten bleiben, welche durch bestimmte zweckmässige Eigenschaften im Kampfe ums Dasein einen Vorzug besitzen. So üben die klimatischen und ökonomischen Faktoren einen auslesenden Einfluss aus auf die concurrirenden Keime, und indem diese Auslese durch Generationen hindurch fortgesetzt wird, bildet sich allmälig eine innere Harmonie zwischen Organisation und Leistung, zwischen Morphologie und geographischer Verbreitung aus.

Es würde uns zu sehr von unserem Thema ableiten, wenn wir hier die Consequenzen der Selektion auf biologischem Gebiet weiter verfolgen würden, wenn wir

zeigen wollten, wie bei veränderten Lebensumständen entweder Wanderungen der Fauna und Flora, oder ein Funktionswechsel ihrer Organe eintreten muss, und wie hierbei ein unzweckmässiges Missverhältniss zwischen Organismus und Existenzbedingung eintreten und eine Zeit lang bestehen muss, — wir wollen nur nochmals darauf hinweisen, dass die Selektion insofern kein teleologisches Prinzip ist, als sie die Existenz von Unzweckmässigkeit, und das degenerative Aussterben ganzer Geschlechter zwanglos zu erklären vermag.

Wir möchten es vielmehr versuchen, das eigentliche Wesen der Selektion noch etwas schärfer hervorzuheben, und den mechanischen Vorgang bei der natürlichen Auslese zu charakterisiren; dann erst werden wir klar erkennen, dass der Selektionsgedanke keine teleologischen Voraussetzungen hat, und auch keine ausschliesslich teleologischen Folgen haben kann; dann werden wir verstehen, dass auch die anorganische Natur von dem Prinzip der Selektion nachhaltig beherrscht wird.

In der organischen Natur sehen wir nebeneinander zweckmässige Einrichtungen und rudimentäre Organe; so treten in der Entwicklung der Bartenwale Zahnanlagen auf, die niemals zu Zähnen werden, und daher zwecklos sind. In der Erdgeschichte sehen wir neben der fortschreitenden Entwicklung der Wirbelthiere, die Degeneration der Cephalopoden, und neben den zahllosen kurzlebigen Gattungen, welche als „Leitfossilien“ eine grosse Bedeutung gewinnen, begegnen uns so lebenszähe Gattungen wie Lingula, Discina, Antedon, Arca, Pleurotomaria, Nautilus etc. Und das Alles

existirt, obwohl die Selektion wirksam ist, obwohl bei jeder neuentstehenden Generation stets Selektionskräfte in Thätigkeit treten, obwohl die Selektion seit dem Cambrium wirksam war. Wir ziehen daraus den Schluss: dass die Selektion Zweckmässiges und Unzweckmässiges, Fortschritt und Rückschritt, Artveränderung und Formenconstanz schaffen kann, und dass die Idee beständiger, ausnahmsloser Vervollkommnung nicht nothwendig zu dem Wesen der natürlichen Auslese gehört. Die Vererbung kann ein Organ noch conserviren, selbst wenn es seine Funktion vollkommen verloren hat, und ein Thier, das durch lange geologische Zeiträume unter denselben Existenzbedingungen lebt, behält auch ebenso lange seine einst erworbenen morphologischen Charaktere. Dass derartige Degeneration und Formenbeständigkeit nur in einer geringeren Zahl von Fällen angetroffen wird, als Fortschritt und Artumwandlung, bedarf keiner Begründung.

Wenn wir den philosophischen Grundgedanken der Selektionslehre einmal frei von allen teleologischen Rücksichten betrachten, und uns das Wesen des Selektionsvorganges als eines mechanischen Prinzips klar vor Augen stellen, so dürfen wir etwa Folgendes sagen: Die endgiltige Qualität und Quantität eines Naturproduktes ist nicht allein von den Bildungsumständen abhängig, sondern ebenso sehr von den Bedingungen der Erhaltung.

Indem wir aber den Grundgedanken der Selektion in dieser allgemein mechanischen Fassung hervorheben, scheint es mir möglich, auch in der lithologischen und paläontologischen Aufeinanderfolge der Gesteine und

der Versteinerungen ein Ausleseprodukt zu sehen, und es soll unsere Aufgabe sein: an einzelnen charakteristischen Beispielen zu zeigen, dass die Thatsachen der Geologie unserem Verständniss näher gebracht werden, wenn wir das Prinzip der mechanischen Auslese allen unseren Urtheilen zu Grunde legen.

Das empirische Material, welches bei historischen Studien über die Geschichte des Menschengeschlechtes benutzt wird, besteht aus schriftlichen Dokumenten, aus Münzen, Baudenkmälern und ähnlichen Ueberlieferungen. Und der Historiker, der numismatische Thatsachen historisch verwerthen will, muss über die Fabrikationsmethoden der Münzen und über ihre Prägungsmerkmale ebenso unterrichtet sein, wie der philologisch arbeitende Historiker ausgedehnte diplomatische Kenntnisse besitzen und die besondere Entstehungsgeschichte der Pergamente und Palimpseste genau studiren muss.

Das erdgeschichtliche Thatsachenmaterial besteht aus den Versteinerungen und den Gesteinen; und der historisch arbeitende Geologe ist genöthigt, die Bildung der Versteinerungen ebenso wie die Bildung der Gesteine sorgfältig zu ergründen, ehe er mit diesem Material Erdgeschichte zu treiben unternimmt. — So klar und einleuchtend diese Forderung auch erscheint, so schwierig wird die Ausführung derselben. Der Geologe muss den Hammer bei Seite legen und das Tiefseeloth und Schleppnetz zur Hand nehmen, wenn er sich ein Urtheil darüber bilden will, wie heutzutage Versteinerungen und Gesteine am Meeresboden entstehen. Die ausgedehnten Sandlager der Wüsten

müssen sein Interesse ebenso fesseln, wie die schlammigen Ablagerungen im Delta des Nil. Die Thiergeographie der Gegenwart soll ihm die Verbreitung der Versteinerungen erklären, und da ihm nur gestorbene Organismen überliefert sind, so soll der Paläontologe eingehende Studien darüber machen, wie Krebse und Seeigel, Muscheln und Schnecken absterben, wie sich ihre Leichen nach dem Tode verändern, in welcher Stellung und Lage sie in dem Schlamme des Meeresgrundes eingebettet werden.

Die Vielseitigkeit und Schwierigkeit derartiger Studien allein kann es entschuldigen, wenn Geologen und Paläontologen bisher auf solche Untersuchungen so wenig Zeit verwendet haben, dass die meisten dieser Probleme entweder gar nicht oder doch von Seiten anderer Naturforscher, ohne Rücksicht auf geologische Fragen, untersucht worden sind.

Indem ich heute, den Bestimmungen der neugegründeten „Haeckel-Professur für Geologie und Paläontologie“ entsprechend, in diesem hochansehnlichen Kreise über die Auslese in der Erdgeschichte zu reden unternehme, möchte ich einerseits Rechenschaft ablegen von dem leitenden Gedanken, der seit einer Reihe von Jahren meine Arbeiten auf biologisches und geographisches Gebiet gelenkt hat; der mich veranlasste, die Kalkalgen des Golfs von Neapel zu untersuchen, und die Wüsten Arabiens und Nordamerikas zu durchstreifen; der mich bald nach den Urwäldern des Himalaja und den Lateritgebieten der Koromandelküste, bald nach den Korallenriffen des Rothen Meeres und den Geysirgebieten des Yellowstone-Parkes führte.

Auf der anderen Seite möchte ich Ihnen zeigen, in welcher Weise ich bei künftigen Arbeiten den Verpflichtungen gerecht zu werden gedenke, welche die Haeckel-Professur für Geologie und Paläontologie mir auferlegt.

Dass die Reihe der versteinerten Thiere und Pflanzen nicht congruent ist mit der Reihe derjenigen Organismen, welche im Laufe der geologischen Vergangenheit gelebt haben, ist häufig hervorgehoben worden. Schon Friedrich Christian Lesser, Pastor der Kirche am Frauenberg in der Kayserl. freyen Reichsstadt Nordhausen, beklagt die Lückenhaftigkeit der paläontologischen Funde in seiner 1735 erschienenen ***Lithotheologie, das ist. Natürliche Historie und geistliche Betrachtung derer Steine, also abgefasst, dass daraus die Allmacht, Weisheit, Güte und Gerechtigkeit des grossen Schöpffers gezeuget wird.*** Er sagt 5. Buch, 6. Abtheilung § 447:

„Solcher Gestalt leget uns Gottes Weissheit viele „Creaturen, so in der unten zu beweisenden Sünd-„fluth, untergegangen, und nachhero versteinert wor-„den, als monumenta seines Zornes, die er in Stein „geschrieben, vor, damit die Menschen einen Spiegel „seiner Gerechtigkeit haben mögen, und entweder von „dem Zorne Gottes und dessen erstaunenden Straff-„Exempeln überführet werden, oder doch nicht gantz ohne „Entschuldigung seyn mögen. Es giebt auch Gottes „Weissheit dadurch Gelegenheit, dass fleissige Natur-„kündiger um so vielmehr denen Originalen derer Ge-„schöpffe, welche sie nur im Steine antreffen, nachforschen „sollen. Wie sehr würde es nicht zur Verherrlichung „des Schöpffers gereichen, wenn grosse Herren, wie

„Alexander M. durch Aristotelem, oder der verstorbene „König in Pohlen, Friederich August Glorwürdigsten „Andenkens durch Johann Ernestum Hebenstreiten die „fremden Thiere und Creaturen untersuchen lassen, „auch durch gelehrte und vernünfftige Naturkündiger „die Thiere und Kräuter der Erden, oder durch curieuse „Täucher die Thiere und Gewächse im Meere genau „untersuchen liessen, und solcher Gestalt die Historiam „annecdotam derer unbekandten versteinerten Thiere und „Kräuter, erläuterten? Wie manches unbekandtes Thier „und Kraut würde nicht zum Lobe seines Schöpffers an „den Tag kommen.“

Nun, alle diese frommen Wünsche des Pastor Lesser sind heute erfüllt worden. Mit grosser Sorgfalt sind Tausende von ausgestorbenen Geschöpfen beschrieben und abgebildet, die lange Reihe der Abhandlungen der Palaeontographical Society, der Palaeontographica und anderer Zeitschriften hat uns genau orientirt über die Fossilien; und bewunderungswürdige Expeditionen sind hinausgegangen, um die Thiere und Kräuter des Meeres, Plankton, Benthos und Nekton zu erforschen. An uns liegt es, dieses reiche Material zu verwerthen und zu benutzen.

Man pflegt nun zwar zu betonen, dass die paläontologische Urkunde sehr lückenvoll ist, allein nur wenige Versuche sind gemacht worden, um den speciellen Charakter und die gesetzmässigen Grenzen dieser Lückenhaftigkeit zu bestimmen.

Die paläontologische Urkunde überliefert uns nicht die Schlachtordnung der ums Dasein kämpfenden Truppen, sondern das

Leichenfeld nach beendeter Schlacht; und wenn wir eine versteinerte Muschelbank, ein Lager von Säugethierknochen paläontologisch untersuchen wollen, so müssen wir vorher studiren, wie eine Muschelbank abstirbt, in welcher Weise sich gegenwärtig die Leichen von Säugethieren anhäufen.

Schon im Jahre 1840 begann E. FORBES Untersuchungen in dieser Richtung, indem er eine Muschelbank in der Irischen See mehrere Jahre hindurch genau studirte. Er fand, dass die Artenzahl der fossilwerdenden Bank grösser sein müsse, als die Anzahl der gleichzeitig lebenden Species; er constatirte andererseits, dass Thiergruppen in grosser Formenfülle die lebende Bank bewohnen, von denen in der versteinernden Muschelbank keine Spur erhalten bliebe.

In den Meeren der Gegenwart gehören die Krebse zu den häufigsten und für die Oekonomie des Meeres wichtigsten Thieren. Mögen wir am Strande der Sinaihalbinsel Tausende von Krabben bemerken, die nach Beute spähend umherspaziren, oder mag uns das Schleppnetz aus grösseren Tiefen Hunderte von Einsiedlerkrebsen heraufbringen, mögen wir im Oberflächennetz einen wahren Thierbrei von kleinen Copepoden als Ursache des Meerleuchtens erkennen, oder einen Hummer beobachten, wie er mit seiner kräftigen Scheere Muscheln zerknackt — überall ist der Ozean von Krebsen bevölkert. Und doch gehören Krebsreste zu den grössten Seltenheiten in allen Tiefseeabsätzen. Die Challenger-Expedition fand weder in seichtem noch in tiefem Wasser, mit Ausnahme einer Klauenspitze, irgend ein erkennbares Stück von einem Krebspanzer.

Und trotzdem der Ozean bekanntlich von zahllosen Schaaren kleiner und grosser Fische bewohnt wird, so fand doch dieselbe Expedition auf ihrer dreijährigen Reise nur in 4 Fällen Fischknochen am Tiefseeboden.

Ein interessantes Beispiel für die Verschiebung des Faunencharakters beim Absterben einer Thiercolonie und für die Vorgänge paläontologischer Auslese bieten die Korallenriffe des Rothen Meeres. Wenn wir bei Tor hinauswandern auf das smaragdgrün schimmernde Saumriff, wenn wir im metertiefen Wasser immer weiter vordringen gegen den äusseren Rand der formenreichen Riffkante, so sind wir überrascht durch die Individuenzahl und den Artenreichthum der Gattung Madrepora. Bald ist die Oberfläche des Riffes mit hellbraunen, flachen Korallenschirmen bewachsen, die als meterbreite Treppenstufen das ganze Riff in einzelne Terrassen zerlegen, bald bringen unsere Taucher aus grösseren Tiefen braune oder gelbe, vielverästelte, meterhohe Bäume derselben Gattung herauf; dazwischen sind massive Korallengattungen nur vereinzelt zu sehen. Nördlich von Tor säumt, als eine 10 m hohe Terrasse, ein versteinertes Korallenriff den Fuss des Djebel Hammam Musa. Ein wahres Museum von Korallen und riffliebenden Thieren ist hier durch weissen Kalksand zu einem lockeren Kalkstein verbunden. Aber mit Verwunderung sehen wir, dass die auf dem lebenden Riff so dominirende Madrepora in dem fossilen Riff ziemlich selten ist. Wir vermissen die breiten niedrigen Schirme derselben ebenso, wie die hohen verästelten Bäumchen. Man könnte annehmen, dass in der historischen Zeitfolge hier eine Veränderung der Rifffauna eingetreten, dass eine geogra-

phische Einwanderung von Madrepora historisch stattgefunden habe. Allein wenn wir diejenigen Gebiete der wasserbedeckten Riffe untersuchen, welche absterbend eine vermittelnde Uebergangszone zwischen Vergangenheit und Gegenwart bilden, da erkennen wir ohne Mühe, dass die zarten Schirme der Madrepora überaus intensiv zerstört, durch die Wellen zerbrochen, durch Krebse zerstückelt werden. So verändert sich während des Fossilwerdens der faunistische Charakter des Korallenriffes, indem die leicht zerstörbaren Gattungen zu grobem Kalksand zerbrochen werden, in welchem die vorher seltenen kugeligen festeren Porites, Astraea, Coeloria u. s. w. sich scheinbar anhäufen und den Eindruck erwecken, als ob sie das Riff gebaut hätten.

Wenn wir die festländische Wirbelthierfauna der Gegenwart mit den Ueberresten der versteinerten Reptilien und Säugethiere vergleichen, so muss uns das Vorwiegen von Riesenthieren in der geologischen Vergangenheit in Erstaunen setzen. Wir möchten unseren Augen nicht trauen, wenn wir in dem Museum von Newhaven den 2 m hohen Oberschenkelknochen des Atlantosaurus, die vollständigen Reste des 20 m langen Brontosaurus, oder den 2 m grossen, mit riesigen Hörnern bewaffneten Schädel des Triceratops leibhaftig vor uns sehen.

Oder wir vergleichen die grössten Geweihe der lebenden Hirsche mit dem $3^1/_2$ m breiten Geweih des Cervus euryceros, der in vielen Exemplaren in den Torfmooren Islands gefunden wurde — und bewundern im Museum zu Calcutta den Schädel des gewaltigen Sivatherium, dessen Stirn mit riesigen Knochenzapfen bewehrt ist.

Gegenüber diesen viel besprochenen und relativ häufig gefundenen Resten von gigantischen Reptilien und Säugethieren hat uns die paläontologische Urkunde nur seltene, vereinzelte Knochen kleiner Eidechsen, kleiner Schlangen, kleiner Säuger überliefert. Ja Vogelreste gehören zu den grossen Seltenheiten, so dass die bisweilen ausgesprochene Meinung von der Riesenhaftigkeit der vorsündfluthlichen Thiere Berechtigung zu haben scheint.

Allein lassen Sie uns Umschau halten in der Gegenwart, lassen Sie uns studiren, welche Knochen am leichtesten zerstört werden, welche Reste Aussicht haben, fossil zu bleiben, so wird Ihnen die relative Häufigkeit von Riesenthieren in der geologischen Urkunde nicht mehr so bemerkenswerth erscheinen. Mag ein Acker von Tausenden kleiner Mäuse durchwühlt sein, mögen in einem Krähenholz auch Hunderte von Vögeln nisten, so werden wir doch keine Knochenschicht in die Erdrinde eingebettet sehen, denn durch unzählige Kräfte werden diese zarten Reste rasch wieder zerstört.

Der Sand des Meeresbodens, auf dem Tausende von munteren Krebsen leben, enthält keinen einzigen erhaltenen Krebspanzer — und in gleicher Weise sind verschwunden jene Millionen von Crustaceen, welche die Meere der Vorzeit bevölkerten. Und wenn wir uns ein Faunenbild jener Zeit machen wollen, müssen wir nothwendig auch an die Krebse denken, selbst wenn wir im Gestein nur einige Panzerfragmente mikroskopisch entdecken können.

In der Fauna eines lebenden Korallenriffes überwiegen Formen, welche in dem fossilen Riff selten er-

scheinen, wichtige Faunenelemente verschwinden vollständig, und eine Fülle von Vorgängen verändert rasch die ökonomische Zusammensetzung der Lebensbezirke. Daher kommen wir zu folgendem Schluss: Die Zusammensetzung einer fossilen Fauna entspricht nicht dem einstigen thiergeographischen Bestand der betreffenden Lokalität, sondern ist verändert durch die Bedingungen ihrer geologischen Erhaltung.

Reiche Faunen verschwinden spurlos, und ein nur in wenig Exemplaren gleichzeitig lebendes Thier mit festen Schalen häuft seine Reste so auf, dass man daraus einen ganz falschen Schluss ziehen könnte.

So lernen wir aus den angezogenen Beispielen, dass die mechanische Auslese ein überaus wichtiges Prinzip bei der Beurtheilung irgend einer fossilen Fauna ist. Zugleich ergiebt sich die Möglichkeit, durch methodische Untersuchung recenter Erscheinungen, durch sorgfältige Studien über das Absterben von Faunengenossenschaften, die Unvollständigkeit der geologisch-paläontologischen Ueberlieferung zu überwinden, und die Gesetze zu ergründen, nach welchen jene Lücken der Tradition sich bildeten.

Indem wir uns jetzt der lithologischen Auslese, und damit der zweiten Gruppe erdgeschichtlicher Dokumente, den Gesteinen, zuwenden, betreten wir ein Gebiet, das bisher vornehmlich descriptiv behandelt worden ist; und doch existiren auch hier überaus interessante Beziehungen zwischen den Bildungsbedingungen und den Erhaltungsbedingungen.

Der Zoologe unterscheidet das sich bildende Thier als „Embryo“ von dem ausgewachsenen Typus. Auch wir müssen bei der Gesteinsbildung diesen Unterschied machen, und bezeichnen die sich bildenden Gesteine als „Ablagerungen“.

In der Gegenwart wird nun eine grosse Zahl verschiedenartiger Ablagerungen gebildet, welche später wieder zerstört werden, und nur eine kleine Auswahl versteinert, wird zu einem fossilen Gestein und betheiligt sich als solches am Aufbau der Erdrinde. Ueberall beobachten wir, dass die endgiltige Häufigkeit eines Gesteins weniger von der Intensität seiner Bildung abhängt, als von den Erhaltungsbedingungen des Klimas. Und da die klimatischen Umstände eine gesetzmässige Lage auf der Erdrinde besitzen, so wird durch die Klimagebiete auch die Auslese der Gesteine geographisch differenzirt.

Der lithogenetische Vorgang beginnt mit der Verwitterung, d. h. mit der Auflösung und Lockerung schon bestehender Felsarten; das verwitterte Material wird abgehoben und transportirt, und gelangt an einem dritten Orte wieder zu Ruhe.

Sowohl die Zerstörung der Gesteine, wie die Bildung neuer Ablagerungen wird beherrscht von dem Gesetz der Auslese.

Am Südfuss des Adamspik auf Ceylon liegen bei Ratnapura in einem kleinen Thalkessel die berühmten, an Rubinen und Saphiren so reichen Edelsteingruben. Rubine und Saphire entstanden als vereinzelte Krystalle in einem Granitgebirge, das unter dem verwitternden Einfluss des Tropenklimas zersetzt und zerstört wurde.

Heftige Regengüsse schwemmten Jahrtausende hindurch den zerbröckelten Granitschutt herab, und je weiter der Zersetzungsprozess in die Eingeweide des Gebirges drang, desto grösser wurde der Härteunterschied zwischen den unlöslichen Edelsteinen und dem erweichten Granit, in dem jene vertheilt waren. Das zersetzte Muttergestein der Rubine wurde als breiartiger Schlamm durch das Wasser weiter und weiter gespült, die harten, unangreifbaren Edelsteine aber blieben in der Nähe des Urgebirges liegen. Während vorher vielleicht ein Rubin auf 100 cbm Granit kam, so dass eine bergmännische Gewinnung derselben unmöglich war, rückten jetzt die unlöslichen harten Edelsteine immer näher aneinander, indem das sie vorher trennende Gestein unaufhaltsam erweicht und weitergespült wurde. Und heute ist der Edelsteingehalt eines gewaltigen Gebirgsstockes auf den kleinen Raum eines Thalkessels zusammengedrängt, aus dessen Kiesboden jetzt durch künstliche Schlämmung die werthvollen Krystalle leichter zu gewinnen sind.

Es ist Ihnen gewiss schon öfters aufgefallen, dass alle Steinbrüche in der Umgebung von Jena hoch oben am Rande des Plateaus angelegt werden, dass man auch die bei Gartenanlagen so beliebten festen „Grottensteine“ von der Höhe unserer Berge holen muss. Es gab eine Zeit, wo die feste Kalksteinbank, welche heute fast durchgängig das Dach unserer Berge bildet, von vielleicht 100 m weiteren Gesteinsschichten überlagert wurde. Die weichen Kalkschiefer des mittleren Muschelkalkes, die Kalkbänke des oberen Muschelkalkes, die Thone und Sandsteine des Keupers, welche einst über-

all darüber hinweggebreitet waren, sind heute nur noch in einzelnen Resten erhalten geblieben. Die Verwitterung und die Denudation waren seit Jahrtausenden thätig, um das Niveau unserer Berge abzutragen. In den weichen Schichten der genannten Formationsglieder hatten die atmosphärischen Kräfte leichtes Spiel; und so trugen sie Schicht um Schicht ab und erniedrigten das Plateau unseres Landes so lange, bis sie an die harten Bänke des Schaumkalkes kamen. Jetzt wurde ihre Arbeit wesentlich verlangsamt, und wenn auch die Löcher und Aushöhlungen der sogenannten „Grottensteine" uns deutlich zeigen, wie sich die Verwitterung müht, die harte Gesteinsbank anzufressen und zu zerstören, so zeigt andererseits die weite Verbreitung dieser „Werksteinbänke" als oberer Grenzschichten der Saalthalberge, dass die Denudation an einer schwer übersteigbaren Grenze angekommen ist. So wird der Charakter unserer Landschaft durch Auslese der Gesteine bei der Denudation bestimmt.

Der geniale Chemiker und Geologe Bischoff hat schon vor 40 Jahren die Bedeutung der Auslese für die chemische Verwitterung richtig erkannt, als er seine *„Allgemeine und chemische Geologie"* mit den Worten begann: „In der Erdkruste finden wir, soweit wir sie „kennen, stets diejenigen Stoffe miteinander gemischt, „welche die schwerlöslichsten Verbindungen geben. So „die Schwefelsäure und Kohlensäure mit den alkalischen „Erden, den Schwefel mit den schweren Metallen, die „für sich leichtlöslichen alkalischen Silikate mit den „erdigen, schwerlöslichen zusammengesetzten Silikaten. „Giebt ein Stoff mit mehreren anderen Stoffen schwer-

„lösliche Verbindungen, so kommen die schwerlöslichsten „am häufigsten vor“. BISCHOFF sprach damit das Resultat langjähriger chemischer Experimente und geologischer Studien aus.

Freilich gilt dieser Satz streng genommen nur für das regenreiche Klima der gemässigten Zone oder des Tropenlandes, denn das Klima der Wüste mit seinem Regenmangel erzielt ganz andere Ausleseprodukte. Dort spielt nicht die chemische Löslichkeit, sondern die physikalische Härte die Hauptrolle als auslesendes, die Häufigkeit eines Gesteins bestimmendes Prinzip.

Als ich 1887 das gebirgige Wüstenland zwischen dem Rothen Meer und dem Nilthal durchstreifte, ritt ich einmal mehrere Stunden lang über eine Hochebene gebräunten Kalksteins, auf welchem thalergrosse gelbe Nummuliten in solcher Menge herumlagen, dass bisweilen der Boden wie mit Nummuliten gepflastert erschien. Um so auffallender war es, dass die Nummuliten in dem Kalkstein keineswegs so häufig waren, wie auf seiner Oberfläche. Die nähere Untersuchung ergab nun, dass eine Kalkbank von vielleicht 10 m Dicke durch physikalische Verwitterung in feine Gesteinssplitter zerbröckelt, und durch den Wind abgetragen worden war. Die in dieser Kalkbank diffus vertheilten Nummuliten waren härter, und wurden nicht in kleine Fragmente zerlegt, so dass sie dem Winde gegenüber unangreifbar blieben. Während der umgebende Kalk in alle Winde zerstreut wurde, blieben die darin vertheilten Versteinerungen liegen. Bei der Denudation der Kalkschichten rückten die vorher zerstreuten Nummuliten immer näher aneinander, und der jetzige Ver-

steinerungsreichthum der Wüstenoberfläche ist nur scheinbar, durch Auslese des Härteren allmälig entstanden.

Wenn in unserem Klimagebiet der Winter naht, dann fällt festes Wasser vom Himmel hernieder, und eine dicke Schneedecke verhüllt als neugebildete Ablagerung das ganze Land. Aber diese mächtige Ablagerung bleibt nicht erhalten, und die Intensität des Schneefalls bedingt noch nicht die Dicke eines übrigbleibenden Eisgesteins. Im Polarlande dagegen bleibt der fallende Schnee auch im Sommer liegen, er verdichtet sich zu Firnschnee und Gletschereis, und wenn wir auf den Neusibirischen Inseln Rhinoceros und Mammuth mit Haut und Haaren in diesem versteinerten Schnee eingeschlossen finden, so sehen wir in diesem Verhältniss eine Wirkung auslesender Kräfte, welche im Polarland, ebenso wie auf hohen Gebirgen, eine Ablagerung fossil werden lassen, die im gemässigten Klima sonst nicht erhaltungsfähig ist.

In unseren Wäldern fällt zu Beginn des Winters eine grosse Menge von Pflanzenfaser als dürres Laub zu Boden. Und wir möchten vermuthen, dass im Laufe der Jahrhunderte dadurch allmälig eine mächtige Schicht schwarzer Humuserde sich anhäuft, und ein Kohlenlager entsteht. Aber die grössere Masse dieser Cellulose vermodert zu gasförmigen Zersetzungsprodukten, wird in die Atmosphäre wieder aufgenommen und geht hierbei für das Volumen der Erdrinde verloren.

Der reiche Pflanzenwuchs des Tropenlandes ist allbekannt. In unsagbarer Mannigfaltigkeit hat sich dort die Vegetation entwickelt, und wir können uns einen

Urwald nicht vorstellen, ohne mit diesem Bild ein mächtiges Humuslager, eine mächtige Kohlenablagerung zu verknüpfen. Um so seltsamer erscheint es, wenn wir beobachten, dass sich am Grunde des Urwaldes keineswegs überall eine dicke Humusdecke findet, wenn ein so erfahrener Kenner tropischer Kulturböden, wie Wohltmann, geradezu die Humusarmuth tropischer Bodenarten betont. Die tropische Ackerkrume ist gelb oder zinnoberroth, braungelb oder grau, aber selten begegnen wir einem Boden, der ähnliche Eigenschaften zeigt wie der schwarze, humusreiche Boden der norddeutschen Flussniederungen.

Man sollte glauben, dass die vegetationsreichsten Flächen der Erdoberfläche auch durch ein dickes Humuslager ausgezeichnet seien, allein die hohe Temperatur des Tropenlandes begünstigt eine so intensive Vermoderung aller absterbenden Pflanzengewebe, dass trotz der günstigen Bildungsbedingungen nur geringe Spuren von Cellulose erhalten bleiben.

Und nun wenden wir uns nach der sibirischen Tundra, wo die niedrige Temperatur, die lange Winternacht und die dicke Schneedecke nur ein kümmerliches Pflanzenleben gestatten. Armselige Birken erheben sich kaum über die röthlichen Moospolster, niedrige Gräser drängen sich schutzsuchend dicht zusammen. Langsam wächst die Vegetationsdecke, gering ist die Humusmasse, die alljährlich dem Boden zu Gute kommt. Aber dieselben Umstände, welche die Bildung von Pflanzenfaser verringern, verlangsamen auch die Verwesung derselben, und so finden wir ausgedehnte mächtige Torflager in der Tundra weit verbreitet.

In abgeschnittenen Meeresbuchten verdunstet bei Ebbe das Wasser, und am Grunde scheiden sich Salzkrystalle aus. Aber bei wiederkehrender Fluth wird das gebildete Salz wieder aufgelöst, und obwohl das Meerwasser ein unerschöpfliches Reservoir für Salze zu sein scheint, so kennt man doch am Boden des Ozeans nirgends Ablagerungen von Salz, oder gar Salzgesteine. Aber zwischen die gemässigte Zone und das Tropenland schaltet sich ein Faciesbezirk ein, den wir als den „Wüstengürtel" bezeichnen. Die Wüste ist abflusslos, d. h. es verdunstet darin eine grössere Menge von Wasser, als vom Himmel herabfällt. Während nun jeder regenreiche Faciesbezirk nach dem Ozean drainirt, und alles Salz, das fein vertheilt im Felsen enthalten war, allmälig dem grossen Salzmeer zugeführt wird, kann das Salz die Wüste nicht verlassen. Es muss sich an denjenigen Stellen anreichern, wo die Wüstenbäche und Flüsse versiegen. Das Jordanwasser enthält nur 1 Proc. Salz, aber das Wasser des Todten Meeres enthält 25 Proc. Die Bäche uud Flüsse, welche vom Wahsatschgebirge nach den Hochebenen von Utah herabströmen, bringen ganz trinkbares süsses Wasser nach dem Grossen Salzsee, und doch ist das Wasser des Sees so salzreich, dass ein menschlicher Körper nur zur Hälfte darin einsinkt. Am Boden dieser Salzsümpfe und Salzseen bilden sich Salzlager, die unzerstörbar sind, so lange das Wüstenklima dort herrscht.

In einem regenreichen Klima ist eine wasserundurchlässige Thonhülle der einzige und beste Schutz für jedes Salzlager. In Salzbergwerken ist man ängstlich bemüht, jede Verletzung dieses schützenden Thonmantels zu ver-

meiden, und jede Lücke sofort zu vermauern und mit Cement zu verschliessen, welche darin entsteht. Von den vielen Salzstöcken, welche einst in Mitteldeutschland existirten, sind nur diejenigen erhalten geblieben, welche durch einen Thonmantel wasserdicht waren; und Hunderte von Erdfällen zeigen uns die Stellen an, wo einst Salzstöcke durch Wasser entfernt wurden. Die Katastrophe, unter welcher Eisleben jetzt leidet, die dort auftretenden Erdbeben und Senkungen, sind Begleiterscheinungen der Auflösung ungeschützter Salzlager.

Während also in unserem Klimabezirk ein wasserundurchlässiger Thon jedes Salzlager vor der Zerstörung schützt, ist die Auslese der Gesteine und Ablagerungen im Faciesbezirk der Wüste wesentlich anders. Französische Reisende berichten, dass sie im Süden von Tunis mehrere Stunden lang über eine Ebene zogen, die mit einer spiegelglatten Salzdecke überzogen war. Man glaubte einen gefrorenen See zu überschreiten; und als die Sonne sank, da knieten die Beduinen zum Abendgebet auf dem glänzenden Salzspiegel nieder wie auf einem Parkett von durchsichtigem Krystall. Lanzen, die man durch die Salzdecke stiess, versanken bis zur Spitze in dem thonigen Schlamm des Untergrundes, und mit Aengstlichkeit richtete sich der Führer der Caravane nach besonderen Merkzeichen, damit die Reisenden nicht in dem trügerischen Sumpfe zu Grunde gingen. Während in unserem Klima ein Thonmantel den besten Schutz für ein Salzlager bietet, bleibt in der Wüste ein Thonlager den Angriffen des Windes gegenüber geschützt, wenn eine dünne Salzkruste darüber gebreitet ist.

Ein sehr interessanter Ausleseprocess erklärt uns, warum in allen Wüsten der Sand eine so weite Verbreitung besitzt. Der bei uns wetterbeständige Granit zerfällt in der Wüste durch die starke tägliche Erhitzung, und die bei Nacht eintretende Abkühlung zu einem grobkörnigen Sand, in welchem man die vorher vereinigten Krystalle von Quarz, Feldspath, Hornblende nebeneinander getrennt liegen sieht. Aber physikalische und chemische Verwitterung zerkleinert auch diese Krystalle in immer feinere Bruchstücke. Der homogene Quarz springt nicht so leicht, und bildet daher gröbere rundliche Körner, während Feldspath, Hornblende und Glimmer allmälig zu feinen thonigen Stäubchen werden.

Jetzt kommt mit rasender Eile der Gluthwind dahergebraust und hebt die verwitterten Mineralien von dem Granitgebirge ab. Die vorher auf 40 Klm. vollkommen durchsichtige und klare Atmosphäre trübt sich, die malerischen Konturen der steil aufragenden Berge verschwimmen, und eine gewaltige Nebelwolke scheint sich über das ganze Land auszubreiten. Bald befindet sich unsere Carawane in einem dichten Dunst mehlartigen Staubes, der vom Wind in weite Ferne getragen wird. Jetzt kommen auch in trägeren Wolken die Sandkörner daher. Auf dem Boden zu den Füssen unserer Dromedare kriecht der Sand in vielgewundenen Rinnsalen, als ob sich unzählige Schlangen über den Pfad bewegten, an allen Felsen schleifen und wetzen die Sandkörner, hoch in der Luft wirbeln sie wie ein Schneegestöber, und ängstlich verhüllen wir unser Antlitz, um uns vor den prickelnden Nadelstichen der Sandkörner zu schützen.

Der Samum ist vorüber, die Luft klärt sich wieder, und wir waren Zeugen eines für den geographischen Landschaftscharakter, ebenso wie für den Gesteinsbildungsprozess hochwichtigen Auslesevorganges. Der grobe, aus Quarzkörnern und Thonstaub bestehende Granitsand ist verschwunden; eine Wanderdüne gelben Quarzsandes hat sich auf der Wüstenebene gebildet. Der leichte Thonstaub aber wurde weit hinaus bis an den Rand der Wüste getragen, dort haben zarte Gräser den Staub aufgefangen, und ein mächtiges Lager von Steppenlehm bildete sich im Schutze der Rasendecke.

Und wenn wir auf der nördlichen wie auf der südlichen Halbkugel alle Wüste geographisch mit Steppen und Prärien verbunden sehen, so erkennen wir in dem Sandboden der Wüste und dem Lössboden der Steppe das Ausleseproduct eines Processes, der im Herzen der Wüste begann, und der seine Wirkung bis in die benachbarten Faciesbezirke verfolgen lässt.

Wenn wir mit dem Tiefseeloth den Boden des Meeres untersuchen und eine fortlaufende Reihe von Beobachtungen am Strande beginnen, um allmälig aus immer grösseren Tiefen die Grundprobe heraufzubringen, so werden wir einen seltsamen Wechsel des Kalkgehaltes der Sedimente leicht erkennen. Am Strande finden wir einen kalkfreien Quarzsand, der schon in 10 m Tiefe unmerklich übergeht in einen grünlichen Schlamm. Während die Quarzkörner immer kleiner und seltener werden, nimmt der Kalkgehalt des Schlammes langsam zu; er steigt von 5 Proc. zu 10 Proc., und in Tiefen von 3000 m begegnen wir vielleicht einem rahmgelben

Sediment, das zu 95 Proc. aus den mikroskopischen Resten kleiner Kalkpflanzen und Kalkthierchen besteht.

Immer tiefer versenken wir die Lothröhre und bemerken einen abermaligen Wechsel des Sediments, indem die Kalkreste allmälig verschwinden. Unter dem Mikroskop sehen wir angeätzte Schälchen, der Kalkgehalt nimmt mehr und mehr ab, und aus Tiefen von 6000 m bringt das Loth einen rothen, kalkfreien Thon herauf. Wollten wir einen Flachseeschlamm von 5 Proc. Kalkgehalt mit einem Tiefseethon von 5 Proc. Kalkgehalt genetisch vergleichen, so würden wir erkennen, dass die zarten Kalkreste pelagischer Organismen überall mit der gleichen Intensität zum Meeresgrunde hinabsanken. Aber nur in den mittleren Tiefen von 2000—4000 m konnte ein kalkreicher Globigerinenschlick entstehen. Denn nach der Küste werden ausser dem Kalke so grosse Mengen von Sand und Schlamm abgelagert, dass ein kalkarmes Sediment entsteht. In der Tiefsee dagegen, wo nur Kalk mit einer geringen Spur von Thonsubstanz zur Ablagerung gelangt, wird der ganze Kalk wieder aufgelöst durch das unter 400—600 Atmosphären Druck stehende Wasser. Der Kalk bleibt nicht erhalten, und es entsteht eine kaum messbare Schicht feinen Thones in derselben Zeit, wenn in der Flachsee vielleicht eine meterdicke Lage sandigen Schlammes abgelagert wird. Die Kalkarmuth des Tiefseethones ist also ein Ausleseprodukt.

Ueberblicken wir nun von dem bisher gewonnenen Standpunkt das Thatsachenmaterial, mit welchem der Geologe Erdgeschichte treiben soll, so erkennen wir erstens, dass die paläontologische Ueberlieferung der

Versteinerungen grosse Lücken zeigt. Allein diese Lücken sind nicht zufällig entstanden, sondern sie sind ein gesetzmässiges Produkt mechanischer Auslese. Die Seltenheit aller Vogelreste in festländischen Gesteinen, die Seltenheit der Krebspanzer in marinen Ablagerungen, das Vorwiegen von gigantischen Riesenthieren, das Fehlen von weichhäutigen Medusen und Nacktschnecken, entspricht nicht der historischen Aufeinanderfolge der Organismen. Ja sogar das relative Verhältniss der Arten und Gattungen in einer fossilreichen Ablagerung darf nicht als Ausdruck des einstigen Faunencharakters betrachtet werden. Der Paläontologe muss das Absterben der Thiere und Thiercolonien gründlich studirt haben, ehe er es unternimmt, die Thiergeographie eines geologischen Zeitabschnittes zu schildern.

Allein nicht minder lückenvoll ist die Reihe der lithologischen Ueberlieferung. Die Häufigkeit oder Seltenheit eines bestimmten Sediment-Gesteins in der Erdrinde hängt weniger von den Bildungsumständen als von den Bedingungen der Erhaltung ab. In Mitteleuropa finden wir Kohlenlager nur im Carbon, und dann wieder viel später im Tertiär. Man hat häufig daraus den Schluss gezogen, dass in diesen beiden Zeitabschnitten die Vegetation Mitteleuropas eine reiche tropische Entfaltung gewonnen habe, und dass hierdurch das historische Auftreten der Kohlenlager genügend erklärt sei. Unserer Ansicht nach aber sind seit dem Cambrium i m m e r weite Strecken des Landes mit Wäldern und Moospolstern überdeckt gewesen, i m m e r wurde Cellulose gebildet. Wenn uns in Europa Kohlenlager fast nur aus jenen beiden Formationen erhalten

sind, so erblicken wir darin eine Wirkung der mechanischen Auslese. Es ist nicht zufällig, dass Kohlenlager und Salzstöcke so selten, dass Sandsteine und Thonschichten so häufig in dem Gefüge der Erdrinde auftreten. Immer sind von den neugebildeten Ablagerungen nur diejenigen erhalten geblieben, welche gegen die zerstörenden Einflüsse des Klimas geschützt, unangreifbar waren.

Die historische Entwicklung der organischen Welt hat sich beständig unter dem mechanischen Einfluss der Auslese vollzogen, und wenn wir auch viele Zeichen der Degeneration, des Rückschrittes und des Unterganges finden, so scheint doch die fortschreitende Complication der Organismen das überwiegende Resultat der natürlichen Auslese zu sein. Aus den schleimigen Moneren entwickeln sich sandbedeckte Astrorhiziden, und in immer weitergehender Differenzirung entstehen die hochentwickelten Fusulinen und die complizirt gebauten Nummuliten.

Von dem kopf- und extremitätenlosen Amphioxus leiten wir die mit einem Kopf und 4 Extremitäten versehenen einfach organisirten Amphibien ab. Und während in der weiterschreitenden Reihe die Blindwühlen, Blindschleichen und Schlangen durch Degeneration nachträglich ihre Beine wieder verlieren, differenzirt sich die vordere Extremität bei den Flugsauriern und den hochentwickelten Vögeln zu einem bewunderungswürdigen Flugorgan.

Auch die Reihe der lithologischen Ueberlieferung zeigt sich beherrscht von bestimmten Entwicklungs-

gesetzen, auch hier beobachten wir, dass ältere und jüngere Gesteine mancherlei Unterschiede erkennen lassen. Freilich müssen wir in dieser Hinsicht bemerken, dass die vulkanischen Gesteine, selbst wenn sie in der Gegenwart aus dem Innern der Erde empordringen, zu den geologisch alten Gesteinen gerechnet werden müssen, weil die Eigenschaften des vulkanischen Magmas vom Cambrium bis zur Gegenwart nur geringe Schwankungen erkennen lassen, und weil die Lavagesteine aus Regionen stammen, die von den Veränderungen der Erdoberfläche seit dem Cambrium unberührt geblieben sind.

Wenn wir dagegen unser Augenmerk auf die sogenannten „geschichteten" Gesteine, auf krystallinische Schiefer und Sedimentgesteine richten, so können wir leicht bestimmte lithologische Entwicklungsreihen verfolgen.

Zu Beginn der cambrischen Periode wurde die damalige Erdrinde aus Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und ähnlichen Schiefergesteinen gebildet. Alle diese Gesteinsarten zeichnen sich nun durch ihre complicirte mineralogische Zusammensetzung aus. Eine ganze Anzahl von Mineralien, bald als grosse Krystalle, bald als feine Mikrolithe, betheiligen sich an dem Gefüge vorcambrischer Gesteine, und die überwiegende Mehrzahl derselben gehört zu den sogenannten „gemengten" Felsarten.

Vergleichen wir mit diesen alten Gesteinen die jüngeren Ablagerungen, welche aus der Zerstörung und Umlagerung ihrer präcambrischen Vorfahren entstanden, so wird es uns nicht entgehen, dass unter dem Einfluss lithogenetischer Auslese beständig

einfachere Mineralaggregate erzeugt werden. Aus dem Granit mit seinem Gemenge von Quarz, Feldspath, Glimmer entsteht eine Quarzsandsteinbank, überlagert von Feldspaththon, und durch dünne Zwischenschichten feiner Glimmerblättchen geschieden von überlagernden Sandsteinschichten.

Die weite Ebene der neapolitanischen Campagna wird bedeckt von vulkanischen Aschen alter Eruptionen. Darin bemerken wir Sanidinkrystalle, Magneteisenkörnchen, glasige Bimsteinfragmente und eine grosse Fülle anderer Mineralsubstanzen. In vielgewundenem Lauf fliesst der Volturno durch die Tuffebene, seine Wasser nagen an den Wänden des Flussbettes, trüben Schlamm führt er dem Meere zu. Und an dem flachen Deltastrand seiner Mündung, an den sumpfigen, wegen ihrer Fieberluft gefürchteten Sandbänken sehen wir eine wunderbare Sortirung der im Flussschlamm vertheilten Mineralien. Die Sandbänke bestehen aus horizontalen Schichten von wechselnder Farbe und wechselnder Beschaffenheit. Centimeterdicke Schichten reinen, glänzenden, schwarzen Eisensandes werden überlagert von grauen Zwischenlagen feinen Thonschlammes, oder von dickeren Bänken zierlicher Sanidinfragmente; und so entsteht hier vor unseren Augen eine Schichtenreihe, in welcher die vorher gemengten Bestandtheile sortirt und aufbereitet erscheinen.

Bei Torre del Greco wird eine olivinhaltige Lava vom Meerwasser vollkommen zersetzt und aufgelöst. Nur die grünen Olivinkrystalle widerstehen dem Lösungsmittel und bilden am Strande ebenso wie am Meeresboden ein ausgedehntes Lager von Olivingestein.

Das Seewasser ist eine Salzlösung, in welcher die Analyse etwa 30 verschiedene Elemente nachweisen kann. Neben sehr beträchtlichen Mengen von Chlornatrium und Gyps finden wir sehr geringe Spuren von Kalk und noch weniger Kieselsäure, Brom, Jod, Silber etc.

Die im Meere lebenden Organismen nehmen Salze auf, um sich ihre Gewebe damit zu imprägniren und dieselben gegen Angriffe zu schützen. Aber kein Thier und keine Pflanze benutzt hierzu die in so grosser Menge vorhandenen Chloride, ebensowenig wie irgend ein Thier seine Hartgebilde aus Gyps aufbaut. Um so bemerkenswerther erscheint es, wie die minimalen Spuren der Kieselsäure von Radiolarien und Kieselspongien angezogen und in ihrem Gewebe aufgespeichert werden. Um den Südpolarkreis zieht sich in Tiefen von 1000—3000 m eine breite Zone, welche von einem strohgelben Sediment bedeckt wird, das zu 20—90 % aus den mikroskopischen Schälchen der zierlichen Diatomeen besteht, und diese gewaltige Kieselmasse, welche einst fein vertheilt im Seewasser enthalten war, ist durch die Lebensthätigkeit von Pflanzen angehäuft.

Die Ausscheidung des kohlensauren Kalkes aus dem Meerwasser durch die Thätigkeit von Pflanzen und Thieren, die Bildung der Kalkalgenlager, der Korallenkalke, der Muschelbänke ist bekannt genug, und giebt uns ein glänzendes Beispiel für die Trennung eines Salzgemisches in seine einzelne Elemente. Jedes Korallenriff und jede Austernbank führt uns ein Ausleseprodukt lithogenetischer Processe vor Auge.

Aber mit der Trennung complizirter Mineralgemenge,

mit der Ablagerung der neugebildeten einfacheren Gesteine hat die Aufbereitung der Felsarten ihr Ende noch nicht erreicht. Lösendes Wasser zirkulirt in der Gesteinsmasse, nimmt bestimmte Stoffe auf, lässt andere unberührt. In der weissen Schreibkreide war neben dem Kalkschlamme eine geringe Menge von Kieselsäure fein vertheilt. Im Laufe langer Zeiträume wurde diese Kieselsäure gelöst und aus der Lösung an einzelnen Stellen wieder abgeschieden. Jetzt finden wir den vorher fein vertheilten und überall der Kreide beigemischten Kieselgehalt in den Feuersteinknollen concentrirt, welche als schwarze Punktreihen die weissen Kreidefelsen von Jasmund durchziehen.

Aber gerade als ob das Gestein noch nicht genügend sortirt und in seine Elemente noch nicht vollständig geschieden sei: so arbeiten die Wellen der Ostsee brandend an den steilaufragenden Kreidewänden. Schäumend bricht sich der Gischt an dem leichtzerstörbaren Gestein. Die weisse Kreide wird fortgewaschen, ihr Kalkgehalt löst sich im Wasser der Ostsee, und am Strande bleibt eine Lage von Feuersteinen zurück, welche hart genug waren, um der Lösungskraft der Wellen zu widerstehen.

Ueberblicken wir nun zum Schluss alle diese, hier in einzelnen Beispielen angeführten, lithogenetischen Vorgänge, so erkennen wir in der Mehrzahl der Fälle eine Entwicklungsreihe, welche mit gemengten Felsarten beginnt und zu einfachen Gesteinen hinüberführt. Aus den complizirten Mineralaggregaten der vorcambrischen Zeit entstehen immer einfachere Gesteinstypen, der Kalkgehalt des Urozeans und der krystallinischen

Gesteine häuft sich zu Kalklagern an, die Eisensilikate bilden Eisenerze, die Feldspathgesteine verwittern und geben Thonablagerungen den Ursprung, während ihr Quarzgehalt zu Sandsteinen aufgeschichtet wird.

So ist die Entwicklung der Gesteine auch mit einem gewissen Fortschritt nach einer bestimmten Richtung verknüpft, und wenn es auch nicht an Thatsachen fehlt, welche vor einer allzu scharfen Betonung dieses Gegensatzes warnen, so besteht doch ein auffallender Unterschied in der Entwicklung von Organismen und Gesteinen. Die Phylogenie der Organismen zeigt als vorwiegendes Resultat der Auslese eine immer weitergehende Differenzirung, eine fortschreitende Complikation des organischen Baues und der physiologischen Leistung, während in der lithogenetischen Reihe der Sediment-Gesteine aus complizirten Mineralgemischen durch Auslese vorwiegend immer einfachere Gesteinstypen entstehen.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1395





